Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 449-465

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۶۵-۴۴۹

مقاله علمی- پژوهشی

تأثیر جیره‌های گلوکوژنیک، لیپوژنیک و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، انتخاب خوراک، تخمیر شکمبه و برخی متابولیت‌های خونی در گوساله‌های شیری هلشتاین

سعید صیدالی دولت آباد[۱]- محسن ساری[۲]*- غلامرضا قربانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳
تاریخ پذیرش۱۳۹۸/۱۱/۰۸

چکیده

دو آزمایش با هدف بررسی اثرات منبع انرژی خوراک استارتر بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، رشد اسکلتی و برخی فراسنجه‌های شکمبه و خون در دوره پیش و پس از شیرگیری (آزمایش اول) و ترجیح مصرف آن‌ها پس از شیرگیری (آزمایش دوم) در گوساله‌های هلشتاین انجام شد. در آزمایش اول، ۳۰ رأس گوساله ماده (سن چهار روز و وزن اولیه ۲/۰ ± ۳۹/۰ کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی به تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره گلوکوژنیک، ۲- جیره لیپوژنیک و ۳- جیره مخلوط اختصاص یافتند. مصرف خوراک به صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری ثبت شد. همه گوساله‌ها هنگام تولد و پس از آن به صورت هفتگی تا پایان دوره آزمایش وزن کشی شدند. شاخص‌های رشد اسکلتی در زمان ورود به طرح، روز ۵۷ و در پایان دوره آزمایش (روز ۷۰) اندازه‌گیری شد. نمونه خون و مایع شکمبه در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش اخذ شد. در آزمایش دوم، ۲۰ رأس گوساله ماده هلشتاین در آزمون انتخاب خوراک بین جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج آزمایش اول نشان داد که مصرف ماده خشک در گروه تغذیه شده با جیره مخلوط در دوره پس از قطع شیر نسبت به دو گروه دیگر بالاتر بود. غلظت گلوکز (روز ۳۵ و ۷۰) و بتا- هیدروکسی بوتیرات پلاسما (روز ۷۰) به ترتیب در تیمار گلوکوژنیک و لیپوژنیک در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود. pH مایع شکمبه و غلظت استات در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک، نسبت به گوساله‌های تغذیه شده با جیره گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود. نتایج آزمایش دوم، ترجیح گوساله‌ها به جیره لیپوژنیک را در مقایسه با جیره گلوکوژنیک نشان داد. نتایج این مطالعه نشان داد که جیره‌های آغازین گلوکوژنیک و لیپوژنیک تأثیر متفاوتی بر عملکرد ندارند و جیره مخلوط روند افزایشی در مصرف خوراک را نشان داد که بر این اساس می‌توان این الگوی جیره را قابل توصیه برای مصرف در شرایط مزرعه‌ای دانست.

واژه‌های کلیدی: خوراک آغازین، سطح نشاسته، عملکرد رشد، منابع انرژی

مقدمه

مصرف ماده خشک و نوع ترکیب آن، عامل اصلی توسعه شکمبه در گوساله‌های شیرخوار است. مصرف زود هنگام خوراک جامد برای تحریک رشد، توسعه سریع شکمبه، پایین آوردن سن از شیرگیری، تسهیل عبور از مرحله پیش نشخوارکنندگی به نشخوارکنندگی و داشتن یک شکمبه فعال و کارآمد ضروری است. این انتقال شامل تعدادی تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی در بافت پوششی پیش معده می باشد؛ زیرا بافت‌ها باید از وابستگی به گلوکز تأمین شده توسط شیر خارج شده و به استفاده از اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به عنوان پیش ماده تأمین کننده انرژی، عادت نمایند (۴). در مطالعات سوخت و ساز شکمبه‌ای به اسیدهای بوتیریک و پروپیونیک تولید شده در شکمبه به عنوان محرک اصلی فرآیند توسعه و بلوغ شکمبه اشاره شده است (۱۱). یکی از شاخص‌هایی که به طور غیرمستقیم نشان دهنده توسعه شکمبه می‌باشد، غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات پلاسمای خون است. افزایش سطح بتا- هیدروکسی بوتیرات خون در گوساله‌ها نشان دهنده افزایش بافت شکمبه، تعداد سلول و توسعه و

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: m.sari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82328

بلوغ شکمبه است (۱۴).

مواد مغذی لیپوژنیک در نشخوارکنندگان از تخمیر فیبر به اسید استیک و اسید بوتیریک، چربی جیره غذایی یا از ذخایر بدن حاصل می‌شود. مواد مغذی گلوکوژنیک از نشاسته‌ای که از تجزیه در شکمبه فرار کرده و یا طی مسیر گلوکونئوژنز به دست آمده و شامل اسید پروپیونیک، اسیدهای آمینه گلوکوژنیک و اسید لاکتیک می‌باشند. جیره‌های گلوکوژنیک می‌توانند عملکرد رشد و سن از شیرگیری را در گوساله‌ها تحت تأثیر قرار دهند (۶). اضافه کردن ساکاروز و پروپیونات سدیم یا پروپیونات کلسیم به عنوان پیش ماده‌های گلوکوژنیک در خوراک آغازین بدون علوفه در گوساله، میزان مصرف ماده خشک را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۱۷). استفاده از شکر و پروپیونات سدیم به ترتیب به عنوان پیش ماده‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک تأثیری بر مقدار ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، سن شیرگیری و وزن نهایی نداشتند و افزودن شکر باعث افزایش غلظت بوتیرات شکمبه و بتا- هیدروکسی بوتیریک اسید پلاسمای خون شد و در مقابل افزودن پروپیونات سدیم موجب کاهش غلظت بوتیرات شکمبه شد (۷). بیرانوند و همکاران (۵) گزارش کردند که افزودن شکر در جیره گوساله‌های شیرخوار، تأثیر منفی بر غلظت استات شکمبه و میانگین افزایش وزن روزانه داشت.

در یک فرا واکاوی با بررسی شش مطالعه که در آن‌ها خوراک های آغازین حاوی سطوح مختلف نشاسته به تغذیه گوساله‌های شیرخوار رسیده بود، ارتباط مثبتی بین نشاسته جیره و افزایش وزن روزانه مشاهده شد (۱۹). با این حال آنالیز متا- رگرسیون نشان داد که پاسخ رشد به سطح نشاسته با محتوای انرژی قابل سوخت و ساز جیره ها مرتبط بوده است. به عبارتی با کاهش نشاسته جیره، انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌ها کاهش پیدا کرده و این امر موجب کاهش رشد شده است (۱۹). افزایش مصرف انرژی توسط گوساله‌ها اغلب برای افزایش رشد یا حفظ رشد طبیعی مطلوب است. این افزایش مصرف انرژی را می‌توان با مصرف شیر اضافی یا افزودن چربی به شیر یا استارتر انجام داد (۲۴). از جمله عوامل محدود کننده مصرف چربی توسط نشخوارکنندگان شامل اثرات مهاری بر تخمیر شکمبه و بویژه باکتری‌های تجزیه کننده سلولز، کاهش هضم فیبر در شکمبه و کاهش مصرف خوراک است که می‌تواند به کاهش مصرف انرژی بیانجامد (۲۸). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته مطالعه‌ای که افزایش فیبر جیره و همزمان با آن افزایش در محتوای چربی خوراک آغازین گوساله‌ها، را مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست.

در مطالعه‌ای که توسط مونترو و باخ انجام شد (۲۶)، مواد مختلف تشکیل دهنده جیره خوارکی (شامل ذرت، کنجاله سویا، یولاف، جو، پوسته سویا و فول فت سویا) در سطل‌های جداگانه با دسترسی آزاد در مقایسه با کنسانتره‌ای که در سطل دیگر و ترکیبی از این خوراک بود، مورد بررسی قرار گرفت. این فرض که آیا گوساله‌ها خودشان می‌تواند نیاز خود را با انتخاب آزادانه از بین مواد خوراکی گوناگون بر طرف نمایند یا خیر، مورد آزمون قرار گرفت. مشخص شد دام‌ها با مصرف انفرادی خوراک‌ها، ترکیبی را انتخاب و مصرف کردند که حاوی ۲۹ درصد پروتئین خام و ۶/۳ درصد چربی خام در ماده خشک بود. از این آزمایش می‌توان این را برداشت نمود که گوساله‌ها خوراک آغازین با چربی بالاتری نسبت به آنچه به صورت معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد را ترجیح می‌دهند. افزایش چربی استارتر با افزودن سه درصد روغن سویا سبب افزایش در گلوکز خون و عملکرد رشد شد (۱۲). همچنین استفاده از منابع چربی بهبود اسکور مدفوع را به همراه دارد (۱۶). از سوی دیگر استارتر با چربی بالاتر از ۷/۳ درصد، مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه را کاهش داد (۲۴). در کل در رابطه با استفاده از چربی در جیره گوساله نتایج متناقضی وجود دارد که لزوم انجام پژوهش‌های بیشتر را روشن می‌سازد.

مصرف خوراک جامد تحت تأثیر خوش‌خوراکی و پذیرش جیره توسط حیوان قرار می‌گیرد. به همین دلیل این موارد در زمان متوازن کردن جیره در نظر گرفته می‌شود (۹). در طولانی مدت نشخوارکنندگان قادر به انتخاب جیره‌هایی هستند که مطابق با نیازهای آن‌ها بوده و به حفظ محیط مناسب شکمبه و یا کاهش بیماری در آن‌ها کمک می‌کنند (۱۳). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، مطالعه‌ای که ترجیح گوساله به جیره‌های گلوکوژنیک (با نشاسته بالا) و لیپوژنیک (با فیبر و چربی بالا) را مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست.

در چندین مطالعه اثرات مصرف پیش‌سازهای گلوکوژنیک و لیپوژنیک (۵، ۶ و ۷) بر عملکرد، رشد و توسعه شکمبه گوساله‌های شیری مورد بررسی قرار گرفته است، از یک سو منابع انرژی مورد استفاده در این پژوهش‌ها اغلب شامل نمک‌های اسیدهای چرب فرار بوده و از سوی دیگر نتایج مطالعات ناسازگار و گیج‌کننده می‌باشد. همچنین این موضوع که آیا با تغییر الگوی جیره به لیپوژنیک و افزایش فیبر و چربی جیره، تفاوتی در تخمیر شکمبه‌ای که هنوز به

طور کامل توسعه نیافته است ایجاد خواهد شد یا خیر، نیازمند بررسی بیشتری است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات جیره‌های آغازین گلوکوژنیک (با نشاسته بالا)، لیپوژنیک (با فیبر و چربی بالا) و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، برخی متابولیت‌های خونی، و تخمیر شکمبه در گوساله‌های هلشتاین طی دوره پیش از شیرگیری و پس از شیرگیری صورت گرفت. همچنین با توجه به مشخص نبودن رفتار گوساله‌ها برای انتخاب جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک، در آزمایش دوم به طور مستقل از آزمایش اول، آزمون انتخاب برای این جیره‌ها در گوساله‌های از شیرگرفته شده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در آزماش اول۳۰ رأس گوساله ماده نژاد هلشتاین بین دو تا شش ساعت پس از تولد چهار لیتر آغوز دریافت نموده و تا روز سوم فقط با شیر کامل تغذیه شدند. در سن چهار روزگی گوساله‌ها به طور تصادفی بر اساس وزن بدن (با میانگین وزنی ۲/۰±۳۹/۰ کیلوگرم) به تیمارها اختصاص یافتند. این آزمایش در شرکت کشاورزی و دامپروری یاسوج وابسته به بنیاد مستضعفان انجام شد. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی (۱/۳۵ × ۲/۶۰ متر) قرار گرفتند. خوراک آغازین و آب تازه در طول مطالعه به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار گرفت. گوساله‌ها تا روز ۴۹ مطالعه چهار لیتر در روز شیر و از روز ۵۰ تا ۵۶، فقط در وعده صبح دو لیتر شیر مصرف و در روز ۵۷ (۲۲) مطالعه از شیرگرفته شدند. دمای شیر هنگام تغذیه حدود ۳۸ درجه سانتی‌گراد بود و از طریق سطل فلزی دو بار در روز در ساعت‌های هفت صبح و سه بعد از ظهر به گوساله‌ها داده شد. سطل‌های تغذیه شیر هر روز شسته و ضد عفونی شدند. تیمارها شامل ۱- جیره آغازین گلوکوژنیک حاوی دانه ذرت و جو، ۲- جیره آغازین لیپوژنیک حاوی پوسته سویا، کنجاله جرم ذرت، تفاله چغندرقند، سبوس گندم، فول فت سویا و پودر چربی و ۳- جیره مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره ۱ و ۲ بودند (جدول ۱).

همه تیمارها حاوی پنج درصد علوفه یونجه بوده و سطح پروتئین و انرژی یکسان در نظر گرفته شد. جیره‌ها براساس نیازهای خوراکی گوساله‌ها بیان شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۱) متوازن شدند (۲۷). آزمایش اول در روز ۷۰ به پایان رسید.

مصرف خوراک به صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری شد. همه گوساله‌ها هنگام تولد و پس از آن به صورت هفتگی تا پایان دوره آزمایش (روز ۷۰) بر اساس واحد کیلوگرم وزن کشی شدند. بازده استفاده از خوراک به صورت کیلوگرم افزایش وزن به کیلوگرم کل ماده خشک مصرفی (خوراک و شیر) محاسبه شد. شاخص‌های رشد اسکلتی شامل طول بدن (فاصله بین برجستگی‌های شانه تا استخوان هیپ)، دور سینه، عرض هیپ (فاصله بین استخوان‌های هیپ)، ارتفاع بدن (فاصله بین شانه و کف)، عمق بدن (دور شکم) و ارتفاع هیپ (فاصله بین استخوان هیپ تا کف) در روز چهارم (زمان ورود به طرح)، روز ۵۷ (روز از شیرگیری) و در پایان دوره مطالعه (روز ۷۰) بر اساس واحد سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

نمونه‌های خون (هفت میلی لیتر در هر نمونه) از هر گوساله در روزهای ۳۵ و ۷۰ دو ساعت پس از تغذیه جیره آغازین از طریق سیاهرگ وداج گرفته و به لوله‌های خلاء حاوی اتیلن دی آمین تترا استیک اسید به عنوان یک ماده ضد انعقاد خون انتقال و فوراً در محفظه حاوی یخ قرار داده شدند. به منظور جداسازی سرم خون نمونه‌ها با ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های سرمی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. غلظت متابولیت‌های خون با استفاده از کیت‌های اختصاصی (شرکت پارس آزمون، تهران، ایران؛ شماره کاتالوگ: گلوکز (۰۱۷ -۵۰۰-۱) و نیتروژن اوره‌ای خون (۰۲۹ -۴۰۰-۱) با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار آلیسون (شرکت ابوت، آمریکا) مطابق دستورالعمل سازنده آن تعیین شدند. غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات در خون با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار و کیت‌های تجاری کالری متریک (شرکت راندوکس، آنتریم، بریتانیا) و روش آنزیمی اندازه‌گیری شد (۲۰). مایع شکمبه (۱۵ میلی لیتر) سه ساعت پس از دادن وعده خوراکی صبح با لوله معدی در روزهای ۳۵ و ۷۰ مطالعه جمع‌آوری شد؛ سپس مایع شکمبه از پارچه متقال چهار لایه به منظور صاف کردن مایع شکمبه (جداسازی مواد جامد از مایع) عبور داده شد و مواد جامد باقیمانده روی پارچه (صافی) فشرده شدند. بلافاصله، pH مایع شکمبه با استفاده از pH متر سیار اندازه‌گیری و دو میلی لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد (۷) به نمونه‌های ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه اضافه و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان بررسی میزان اسیدهای چرب فرار نگهداری شدند. اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه با استفاده از کروماتوگرافی گازی (شرکت کرم پک، هلند، مدل ۹۰۰۲) انجام شد.

جدول ۱- مواد تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آغازین تغذیه شده به گوساله‌ها در آزمایش اول

Table 1. Ingredients and chemical composition of starter diets fed to calves in experiment 1

مواد خوراکی (درصد از ماده خشک) Ingredient (% DM)	جیره‌های آزمایشی[۱] Exprimental Diets[1]		
	لیپوژنیک Lipogenic	گلوکوژنیک Gulocogenic	مخلوط Mix
کنجاله سویا Soybean meal	25.0	35.0	30.0
تفاله خشک چغندرقند Sugar beet pulp	15.0	–	7.5
سبوس گندم Wheat bran	15.0	–	8.0
کنجاله جرم ذرت[۲] Corn germ meal[2]	15.0	–	7.5
پوسته سویا Soybean hulls	15.0	–	8.0
ذرت Corn	–	30.0	15.0
جو Barley	–	27.0	13.0
یونجه Alfalfa hay	5.0	5.0	5.0
چربی Fat (RumiFat)	3.0	–	1.4
فول فت سویا Full fat soybean	4.5	–	2.0
کربنات کلسیم Sodium bicarbonate	0.3	0.6	0.2
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	0.3	0.5	0.50
بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.50
کمپلکس ویتامین و مواد معدنی[۳] Vitamin and mineral plus[3]	1.0	1.0	1.0
نمک Salt	0.4	0.4	0.40
ترکیبات مواد مغذی Nutrient composition			
پروتئین خام Crude protein (%)	22.3	22.2	22.2
الیاف نامحلول درشوینده خنثی NDF (%)[4]	33.6	16.3	25.4
الیاف نامحلول درشوینده اسیدی[۵] ADF (%)[5]	18.9	8.5	14.3
کربوهیدرات‌های غیرالیافی[۶] NFC (%)[6]	32.4	52.1	43.0
چربی خام Fat	7.5	3.5	5.4
انرژی قابل سوخت و ساز[۷] (مگا کالری در کیلوگرم)[۸] ME[7], Mcal/Kg DM[8]	3.06	2.96	2.99

[۱]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۲]محصول فرعی فرآیند روغن کشی از جوانه ذرت است که پس از روغن گیری کنجاله جرم ذرت باقی می‌ماند و به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود.

[۳]در هر کیلوگرم مکمل: ویتامین آ ۱۵/۰۰۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، ویتامین د ۳ ۲۵۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، ویتامین ای ۱۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، منگنز ۶۲۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۱۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱۰۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، کبالت ۴۶ میلی¬گرم در کیلوگرم، روی ۱۰۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، ید ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و سلنیوم ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم.

[۴]فیبر محلول در شوینده خنثی، [۵]فیبر محلول در شوینده اسیدی، [۶]کربوهیدرات‌های غیر فیبری، [۷]با استفاده از نرم افزار NRC (۲۰۰۱) محاسبه شد و [۸]انرژی قابل متابولیسم.

[1]Lipogenic starter diet (Dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[2]A by-product of the process of lubrication of corn germ, which after lubrication, corn germ meal remains and is used as animal feed

[3]Vitamin mineral mix contained per kilogram of supplement 15 000 000 IU of vitamin A, 250 000 IU of vitamin D, 10 000 IU of vitamin E, 6277 mg/kg Mn, 1250 mg/kg Fe, 1040 mg/kg Cu, 46 mg/kg Co, 1030 mg/kg Zn, 200 mg/kg I and 80 mg/kg Se.

[4]Neutral detergent fiber, [5]Acid detergent fiber, [6]Nonfiber carbohydrates, [7]Calculated from NRC (2001), [8]Metabolic energy.

نمونه های جیره آغازین به صورت دو بار در هفته جمع آوری و با هـم مخلـوط و بـه منظـور آنالیزهـای بعـدی در دمـای ۲۰- درجـه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌ها بعداً در آون بـا دمـای ۶۰ درجـه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس به وسـیله آسـیاب بـا توری یک میلی‌مـتری آسیاب شدند. هـمه نمـونه‌ها بـا تکـرارهـای سه تایی برای به دست آوردن فیبر محلـول در شـوینده خنثی (۳۱)، فیبر محلول در شوینده اسیدی (۲۹)، مقـدار رطوبـت، چربـی خـام و پروتئین خام با روش ذکر شده در روش انجمن رسمی شیمی‌دان‌های تجزیه (AOAC)، سال ۲۰۰۲ (۳) (با دسـتگاه میکـرو کلـدال مـدل ۱۰۳۰، اتو کجل تک، سوئد) آنالیز شدند.

در آزمایش دوم تعداد ۲۰ رأس گوساله ماده (بـا میـانگین وزنـی ۲/۰±۳۴/۰ کیلوگرم) انتخاب و در روز اول تولد با چهار لیتر آغوز بین دو تا شش ساعت پس از تولد، تغذیه و تا روز سوم فقط با شیر تغذیه شدند. از روز چهارم تا روز ۵۵، چهار لیتر شیر تازه در دو وعده (ساعت هفت صبح و چهار بعدازظهر) توسط سطل‌های فلزی و از سن ۵۶ تـا ۶۲ روزگی فقط وعده شیر صـبح (دو لیتـر) را دریافـت و از سـن ۶۳ روزگی (روز قطع شیر) دیگر شـیر دریافـت نکردنـد. گوسـاله‌هـا در جایگاه‌های انفرادی قرار گرفتند و بستر این جایگاه‌ها به طـور روزانـه تمیز و تعویض شدند تا گوساله‌ها از رفاه مناسب برخـوردار باشـند. در جلوی هر گوساله دو عدد سطل فلزی به صورت افقی و به فاصله ۵۰ سانتی متر از هم و ۶۰ سانتی متر از سطح زمین قرار گرفت. گوساله‌ها از سن چهار روزگی به آب تازه و خوراک آغازین دسترسی داشتند. در روز انجام آزمون وزن بدن گوساله‌هـای تازه از شیرگرفته ۲/۰±۸۵/۰ کیلوگرم بود.

در آزمون انتخاب خوراک در نشخوارکنندگان مزرعه‌ای، تعداد دو یا چند خوراک را به طور همزمان و جداگانه در اختیـار حیوانـات قـرار داده می‌شود و پس از یک مدت زمان معین، مقـدار خـوراک مصـرف شده و مقدار مصرف نشـده انـدازه‌گیـری مـی‌شـود (۲۵). مونتـورو و همکاران (۲۵) مدلی برای گوساله‌های شیرخوار ارائه کردند و پیشنهاد کردند که آزمایش های انتخاب مصرف خوراک دوتایی یعنی دو نـوع خوراک را برای یک دوره شش ساعته در یک بازه زمانی، یک ساعت پس از موقعی که اوج زمان خوراک خـوردن در حـال کـاهش اسـت، انجام شود. آزمون انتخاب سه روز پس از شیرگیری انجام شد، چـون گوساله‌هایی که تازه از شیر گرفته شده‌اند در این زمان دارای حـداکثر مصرف خوراک جامد هستند (۲۵). آزمون انتخاب یک ساعت پـس از حداکثر فعالیت‌های تغذیه‌ای شروع شد، زیرا نشان داده شده است که گوساله‌ها به تفاوت‌های جزئی در خوش‌خوراکی خوراک‌های انتخـابی پس از سیری به‌طور نسبی، بیشـتر واکـنش نشـان مـی‌دهنـد (۲۵). بنابراین آزمون انتخاب در مطالعه حاضر از سـاعت هشـت صـبح تـا ساعت دو بعد از ظهر انجام شد. براساس محاسبات انجام شده، اندازه نمونه برای آنالیز داده‌ها به منظور تشخیص تفاوت‌ها در آزمون‌هـای انتخاب دوتایی که شش ساعت طول می‌کشد ۱۰ تا ۱۲ گوساله کافی خواهد بود (۲۵)، اما به منظور افزایش قدرت آزمون بـرای تشـخیص تفاوت‌های جزئی در ترجیح بین خوراک‌ها، آزمون بـا تعـداد ۲۰ رأس گوساله انجام شد.

در سـاعت هشـت صـبح روز انجـام آزمـون انتخـاب خـوراک، سطل‌های حاوی خوراک آغازین آشنا کـه گوسـاله‌هـا از سـن چهـار روزگی آن را مصرف کرده بودند و آب را از جلوی جایگـاه نگهـداری برداشـته و بلافاصـله بـا مقـادیر وزن مشـخص از دو نـوع خـوراک گلوکوژنیک و لیپوژنیک بدون حضور علوفه، جایگزین شدند. به منظور جلوگیری از تأثیر وجود علوفه و اثر اندازه ذرات بـر انتخـاب خـوراک توسط گوساله‌ها، علوفه حذف و خوراک‌ها به وسیله آسیاب بـا روزنـه سه میلی‌متری خرد شدند (۲۵). همه سطل‌های خوراک پیش از انجام آزمایش بررسی و شسته شدند.

مونتورو و همکاران (۲۵) گزارش کردند که اثر محـل سـطل بـر مصرف خوراک در آزمایش‌های انتخاب دوتایی تأثیری ندارد، اما مکان خوراک‌های مورد آزمون (راست یا چپ) برای احتیاط بـه منظـور بـه حداقل رساندن هر گونه اثرات محل قرارگیری خوراک‌ها بـه صـورت تصادفی قرار گرفت. طی مدت زمـان انجـام آزمـون آب بـه صـورت دسترسـی آزاد در یـک سـطل جداگانـه‌ای در طـرف مقابـل محـل خوراک‌های جامد در اختیار گوساله‌ها قرار داده شد. در ساعت دو بعـد از ظهر خوراک‌های مورد آزمایش از جلوی گوساله‌ها برداشته شـدند و مقدار خوراک مصرف نشده، وزن و خـوراک آغـازین آشـنا در اختیـار گوساله‌ها قرار گرفت.

در آزمایش اول فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری به سه دوره تقسیم شدند (هفته اول تا زمان شیرگیری، از شیرگیری تا پایـان آزمـایش و هفته اول تا پایان آزمایش) و توسط نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲)، رویه مختلط (Mixed) مورد آنالیز قرار گرفتند. آزمایش اول در قالب طرح

آزمایشی کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد. در مدل طرح گوساله به عنوان اثر تصادفی و اثر تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها به عنوان اثر ثابت در نظر گرفته شد. آنالیز مشاهدات مربوط به میانگین ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک روزانه به صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان انجام شد و مدل آماری آن به شرح زیر بود:

(رابطه ۱)

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + W_j + (T \times W)_{ij} + \beta(X_i - \bar{X}) + \sigma n + \varepsilon_{ijk}$$

درمدل آماریY_{ijk} : صفت اندازه‌گیری شده؛ μ: میانگین کل؛ T_i: اثر ثابت i اُمین تیمار؛ W_j: اثر ثابت j اُمین هفته؛ $(T \times W)_{ij}$: اثر متقابل تیمار در هفته؛$\beta(X_i - \bar{X})$: متغیر کواریت؛ σn : اثر تصادفی گوساله وε_{ijk}: خطای آزمایشی است. آنالیز آماری رفتار تغذیه‌ای، رشد اسکلتی، وزن شیرگیری و پایان دوره، فراسنجه‌های خونی و داده‌های تخمیر شکمبه‌ای با مدل مشابهی انجام شد، اما اثر هفته در مدل آورده نشد. مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام گرفت. برای وزن از شیرگیری و نهایی، وزن اولیه (زمان ورود به طرح) و برای رشد اسکلتی هنگام شیرگیری و پایان دوره، اندازه‌گیری‌های اولیه (زمان ورود به طرح) در مدل به عنوان کوواریت در نظر گرفته شد.

در آزمایش دوم برای جلوگیری از تأثیر گوساله‌هایی که مقدار ناکافی از خوراک‌های آزمایشی را مصرف نموده‌اند (کمتر از ۳۰ گرم) داده‌های مربوط به این گوساله‌ها کنار گذاشته شد. برای هر گوساله در آزمون انتخاب دوتایی نسب انتخاب (رابطه ۲) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

(رابطه ۲)

Preference ratio = DMI of feed A/ (DMI of feed A + DMI of feed B)

در این رابطه Preference ratio: نسبت انتخاب؛ DMI: مقدار ماده خشک مصرفی؛ feed A: خوراک الف و feed B: خوراک ب می‌باشد.

در هر آزمون انتخاب دوتایی، نسبت های انتخاب برای تفاوت از ۰/۵ (عدم انتخاب) با استفاده از آزمون t نرم افزار آماری SAS آنالیز شدند. مصرف خوراک بر اساس آزمون انتخاب و نوع خوراک (آزمون در نوع خوراک) در یک جدول خلاصه شد. برای فرض نرمال بودن داده ها، مصرف خوراک به صورت ریشه دوم تبدیل شد. مدل طرح شامل اثر تصادفی گوساله در داخل آزمایش و اثر ثابت شامل نوع خوراک بود. برای مقایسه نتایج آزمون انتخاب دوتایی، نتایج همه آزمایشات در داخل جدول مقایسه دوتایی در هر آزمایش وارد شد. در جدول مقایسات دوتایی، اقلام خوراکی در مجموعه‌ای به صورت جفت – جفت رتبه‌بندی می‌شوند تا همه اقلام با هم مقایسه شوند (۱۰). در هر مقایسه دوتایی، به آیتم مورد نظر یک نقطه داده می شود و رتبه بندی کلی براساس آیتم‌های مرتب سازی شده براساس همه نقاط جمع شده، تعیین می‌شود. در مطالعه حاضر دستورالعمل زیر دنبال شد: اگر در هر آزمون انتخاب دوتایی خوراک اختصاص داده شده، ترجیح داده شد، مثبت یک و اگر خوراک مورد نظر ترجیح داده نشد، منفی یک و اگر نسبت انتخاب در یک آزمون انتخاب دوتایی با ۰/۵ تفاوتی نداشت، صفر اختصاص داده شد. نمرات انتخاب برای انواع خوراک در تمام آزمایشات انتخاب دوتایی که همه آن‌ها در آزمایش قرار داشتند، جمع شدند. مجموع نمرات آزمون انتخاب به عنوان شاخص رتبه انتخاب انفرادی خوراک‌ها داخل هر آزمون استفاده شد.

نتایج و بحث

در آزمایش اول در طول دوره پیش از شیرگیری تفاوت معنی‌داری بین مقدار ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک در بین تیمارها مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$) (جدول ۲). طی دوره پس از قطع شیر، مصرف ماده خشک گوساله‌های دریافت کننده جیره لیپوژنیک و گلوکوژنیک مشابه بود، اما گوساله‌های تغذیه شده با جیره مخلوط، خوراک آغازین بیشتری مصرف نمودند ($P < ۰/۰۵$). در کل دوره انجام آزمایش (هفته ۱ تا ۱۰) روند تمایل به افزایش خوراک مصرفی در گروه مخلوط در مقایسه با دو گروه دیگر مشاهده شد ($P = ۰/۰۹$). مشابه با مطالعه حاضر، هیل و همکاران (۱۷) گزارش کردند بین گوساله‌هایی که جیره با نشاسته کم و مقدار فیبر بالا (۶۲/۷۵ درصد پوسته سویا) مصرف کرده بودند، با گوساله‌هایی که جیره با نشاسته بالا (عمدتا از منبع دانه ذرت) دریافت می‌کردند تا هفته هشتم تفاوتی در مصرف ماده خشک مشاهده نشده است. در آزمایشی دیگر دو نوع خوراک آغازین در گوساله‌ها در دوره پیش از شیرگیری، یکی با نشاسته زیاد و فیبر کم (۱۴ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی) و دیگری با فیبر زیاد (۳۰ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی؛ از منبع تفاله چغندر و گراس فرآوری شده با قابلیت هضم بالا) مقایسه شد

جدول ۲- اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد گوساله‌ها در آزمایش اول[۱]

Table 2- Effect of exprimental diets on performance of calves in experimental [1]

مورد Item	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]				P- value		
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix	SEM	Treat	Time	Treat × Time
مصرف خوراک روزانه[۳] (کیلوگرم) DMI[3] (kg)							
هفته ۱ تا ۷[۴] Wk[4] 1-7	0.57	0.60	0.63	0.049	0.68	<0.001	0.41
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	2.08[b]	2.10[b]	2.28[a]	0.049	0.01	<0.001	0.88
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	1.03	1.05	1.13	0.034	0.09	<0.001	0.65
میانگین افزایش وزن روزانه[۵] (کیلوگرم) ADG[5] (kg)							
هفته ۱ تا ۷ wk 1-7	0.60	0.56	0.60	0.022	0.42	<0.001	0.85
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	0.89	0.89	0.94	0.050	0.68	0.51	0.87
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	0.68	0.66	0.71	0.023	0.43	<0.001	0.97
بازده خوراک (کیلوگرم) (kg) Feed efficiency							
هفته ۱ تا ۷ wk 1-7	0.58	0.53	0.54	0.025	0.46	<0.001	0.81
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	0.48	0.47	0.46	0.025	0.84	<0.001	0.87
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	0.56	0.53	0.52	0.020	0.47	<0.001	0.84
وزن بدن (کیلوگرم) Body Weight (kg)							
شیرگیری (روز ۵۷) Weaning (d 57)	74.93	72.70	75.00	1.34	0.40	-	-
پایانی (روز ۷۰) At end (d 70)	87.87	85.43	88.51	1.49	0.32	-	-

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۳]ماده خشک مصرفی.

[۴]هفته.

[۵]میانگین افزایش وزن روزانه.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[3]Dry matter intake (kg / day)

[4]week

[5]Average daily gain (kg / day)

که عدم تفاوت در مصرف علوفه و استارتر گزارش شد که در توافق با آزمایش حاضر می‌باشد. با این حال با وجود عدم تفاوت در وزن نهایی، تمایل به افزایش وزن روزانه بیشتر در گوساله‌هایی که جیره با نشاسته بالا را مصرف نموده بودند، گزارش شده است (۲۳).

در مطالعات دیگر که عمدتاً از پیش‌سازهای انرژی در جیره گوساله شیرخوار استفاده شد، افزودن ساکاروز، پروپیونات کلسیم و یا سدیم به ترتیب به عنوان پیش سازهای کتوژنیک و گلوکوژنیک بر مقدار ماده خشک مصرفی تأثیری نداشتند (۷ ، ۱۷).

مقدار ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، وزن شیرگیری و وزن نهایی در بین تیمارها در کل دوره آزمایش (هفته یک تا ۱۰) تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0/05$) (جدول ۳). انتظار می‌رفت به دلیل بالاتر بودن میزان چربی و فیبر در جیره لیپوژنیک، مراکز سیری مغز تحت تأثیر قرار گرفته و مصرف ماده خشک محدود شود (۲) ولی چنین نتیجه‌ای مشاهده نشد. این نتایج موافق با یافته‌های قاسمی و همکاران (۱۲) در رابطه با استفاده از چربی در جیره گوساله بود ولی یافته‌های هیل و همکاران (۱۸) را که تا چهار ماهگی پس از تولد از چربی استفاده کرده بودند را تایید نمی‌کرد. دلیل تفاوت در یافته‌ها می‌تواند سطح کل چربی جیره، الگوی اسیدهای چرب و تفاوت در مقدار شیر مصرفی باشد.

نتایج بررسی رشد اسکلتی (جدول ۳) نشان داد که فراسنجه‌های رشد اسکلتی در زمان شیرگیری و پایان دوره آزمایش به غیر از اندازه عمق بدن در روز ۷۰ آزمایش تحت تأثیر مصرف تیمارها قرار نگرفت، که با دیگر مطالعات همخوانی دارد (۷ و ۱۷). اگر چه به دلیل محدودیت مطالعات صورت گرفته با الگوی جیره لیپوژنیک، ارائه سازوکاری که توجیه کننده افزایش عمق بدن گوساله‌های تغذیه شده با این جیره باشد دشوار است، با اینحال شاید بتوان تاثیر فیبر موجود در این جیره بر افزایش حجم شکمبه و نگاری را در افزایش عمق بدن موثر دانست. نشان داده شده است که اندازه بزرگ قطعات علوفه و بخش فیبری خوراک می‌توانند محرک‌های مکانیکی لازم برای افزایش وزن شکمبه، ظرفیت فیزیکی و حجم آن را در گوساله‌ها فراهم نماید (۲۱). با اینحال، این یافته باید با احتیاط مورد توجه قرار گیرد و جمع‌بندی نهایی در این رابطه مستلزم انجام آزمایشات تکمیلی، با تعداد بیشتر حیوانات می‌باشد. فرآیند انتقال گوساله‌های شیرخوار از وابستگی به مواد مغذی شیر به مواد مغذی دریافتی از خوراک جامد، عامل مهم و موثری برای رشد آن‌ها می‌باشد (۴). اگر چه در ابتدای مطالعه در مورد تیمار لیپوژنیک به دلیل داشتن مقدار نشاسته پایین نگرانی در خصوص روند کند رشد اسکلتی وجود داشت، اما این مشکل در گوساله‌ها مشاهده نشد و تفاوت قابل توجهی بین مقدار ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در بین تیمارها و رشد اسکلتی وجود نداشت (جداول ۳ و۴).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون و بتا- هیدروکسی بوتیریک اسید در سرم خون گوساله‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان گلوکز سرم خون در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش بین تیمارهای آزمایشی متفاوت بود ($P= 0/05$)، به طوری میزان آن در گوساله‌های دریافت کننده جیره گلوکوژنیک بیشتر بود که این یافته با افزایش مشاهده شده در غلظت پروپیونات شکمبه‌ای این گوساله‌ها همخوانی داشت (جدول ۵). در توافق با این یافته، وکیلی و همکاران (۳۲) افزایش غلظت گلوکز خون در گوسفندان تغذیه شده با جیره گلوکوژنیک را نشان دادند. همچنین روند رو به افزایش غلظت گلوکز سرم خون در گوساله‌هایی که از خوراک آغازین با مقدار فیبر محلول در شوینده خنثی کم تغذیه نمودند، نسبت به گوساله‌هایی که با خوراک آغازین دارای مقدار فیبر محلول در شوینده خنثی بالا مصرف کردند، گزارش شده است (۱۷). افزایش تولید پروپیونات در شکمبه و افزایش نشاسته رسیده به روده به عنوان ساز وکارهای اصلی دخیل در افزایش گلوکز خون در جیره گلوکوژنیک می‌توانند مورد توجه قرار گیرند (۳۰).

در سن ۷۰ روزگی، گوساله‌های تغذیه شده با استارتر لیپوژنیک، غلظت بالاتری از بتا- هیدروکسی بوتیرات در خون نسبت به دو تیمار دیگر نشان دادند. یکی از شاخص‌ترین ویژگی‌های توسعه یافتگی کامل پیش معده در یک نشخوارکننده جوان غیر آبستن و غیر شیرده تولید اجسام کتونی در شکمبه است (۴). در مطالعه حاضر بیشتر بودن غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات سرم خون (شاخص عملکرد متابولیک دیواره شکمبه) در سن ۷۰ روزگی نسبت به روز ۳۵، در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک در مقایسه با جیره گلوکوژنیک و مخلوط، نشان می‌دهد که دیواره شکمبه از نظر متابولیکی توسعه یافته‌تر بوده، به طوری که دیواره شکمبه در تبدیل بوتیرات به بتا- هیدروکسی بوتیرات کاملاً موثر بوده است.

جدول ۳–اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های رشد اسکلتی (سانتی‌متر) گوساله‌ها در آزمایش اول[۱]

Table 3. Effect of exprimental diets on structural growth parameters (cm) of calves in experimental 1[1]

اندازه‌های بدنی (سانتیمتر) Structural growth parameters (cm)	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]			SEM	P value
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
ارتفاع بدن Body height					
هنگام تولد At birth	77.9	78.40	79.2	0.46	0.158
هنگام شیرگیری at weaning	90.9	91.0	91.2	0.32	0.724
پایان at end	93.0	92.6	93.1	0.33	0.328
طول بدن Body length					
هنگام تولد At birth	45.7	44.7	45.5	0. 46	0.321
هنگام شیرگیری at weaning	52.4	52.3	53.2	0.43	0.370
پایان at end	55.6	55.5	55.6	0.38	0.985
ارتفاع هیپ Hip height					
هنگام تولد At birth	80.7	80.8	81.0	0.46	0.862
هنگام شیرگیری at weaning	92.4	91.5	92.5	0.36	0.173
پایان at end	94.5	94.2	94.4	0.38	0.875
عرض هیپ Hip width					
هنگام تولد At birth	19.2	18.7	19.2	0.23	0.378
هنگام شیرگیری at weaning	23.8	23.5	23.6	0.21	0.626
پایان at end	24.7	24.4	24.8	0.25	0.580
دور سینه Heart girth					
هنگام تولد At birth	80.8	80.4	81.0	0.48	0.715
هنگام شیرگیری at weaning	100.1	99.3	99.4	0.66	0.643
پایان at end	103.4	103.7	104.3	0.61	0.552
عمق بدن Body barrel					
هنگام تولد At birth	81.9	81.4	81.7	0.51	0.787
هنگام شیرگیری at weaning	115.1	114.0	114.7	1.29	0.820
پایان at end	123.4[b]	127.0[a]	124.0[b]	0.93	0.025

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

با افزایش تولید بوتیرات در شکمبه و پایین بودن فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم A سنتتاز، متابولیسم قابل توجهی بر روی بوتیرات در دیواره شکمبه انجام می‌گیرد و به علت قابل تحمل نبودن غلظت بالای بوتیرات در اپیتلیوم شکمبه، بیش از ۹۰ درصد بوتیرات به بتا- هیدروکسی بوتیرات تبدیل می‌گردد (۸). در موافقت با مطالعات قبلی افزایش غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات سرم خون در گوساله‌ها با افزایش سن می‌تواند به دلیل تغییر در منابع سوخت فیزیولوژیکی طی دوره انتقال از خوراک مایع به جامد باشد (۲۲).

جدول ٤- اثر جیره‌های آزمایشی بر برخی از متابولیت‌های خونی گوساله‌ها در آزمایش اول[۱]

Table 4- Effect of exprimental diets on some blood metabolites of calves in experimental 1[1]

متابولیت ها Metabolites	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]			SEM	P value
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Glucose, mg/dL					
روز ۳۵ d 35	113.5[a]	103.0[b]	99.2[b]	3.55	0.05
روز ۷۰ d 70	108.7[a]	99.0[b]	96.5[b]	2.61	0.02
بتاهیدروکسی بوتیرات[۳] (میلی مول بر لیتر) βHBA[3], mmol/L					
روز ۳۵ d 35	0.21	0.22	0.21	0.027	0.904
روز ۷۰ d 70	0.27[b]	0.42[a]	0.32[b]	0.030	0.022
اوره[۴] (میلی‌گرم بر دسی لیتر) BUN[4], mg/dL					
روز ۳۵ d 35	26.0	25.2	24.0	2.3	0.828
روز ۷۰ d 70	29.7	34.00	36.7	3.77	0.450

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۳]بتا هیدروکسی بوتیرات.

[۴]نیتروژن اوره‌ای خون

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[3]Beta hydroxybutyrate

[4]Blood urea nitrogen

تفاوتی در اثر مصرف تیمارهای آزمایشی بر میزان نیتروژن اوره‌ای خون در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P >۰/۰۵) (جدول ۴). به طور معمول با افزایش سن، میزان غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش می‌یابد، اما در این آزمایش این غلظت با افزایش سن افزایش یافت. به طور کلی غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بستگی به موازنه بین ورود و خروج اوره از خون دارد که این خود می تواند تحت تأثیر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین، استفاده از آمونیاک در شکمبه، و یا دِآمیناسیون اسیدهای آمینه در بدن قرار گیرد. دریافت بیشتر پروتئین در نتیجه مصرف بیشتر خوراک آغازین و تجزیه پذیری شکمبه‌ای آن، احتمالاً می‌تواند منجر به افزایش آمونیاک شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون در گوساله‌ها شود (۲۱).

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی بر اسیدیته و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه گوساله‌ها در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش اول[۱]

Table 5- Effect of exprimental diets on ruminal pH and VFA concentration in calves receiving different starter diets[1]

مورد Item	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]			SEM	P value
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
اسیدیته شکمبه Rumen pH					
روز ۳۵ d 35	5.5^{b}	6.0^{a}	5.68^{b}	0.064	0.0005
روز ۷۰ d 70	5.7^{b}	6.1^{a}	5.9^{ab}	0.076	0.014
کل اسیدهای چرب فرار[۳] (میلی‌مول مول بر لیتر) Total VFA[3], mmol/L					
روز ۳۵ d 35	97.0	92.7	94.6	1.56	0.206
روز ۷۰ d 70	103.6	107.0	104.1	1.62	0.331
استات (میلی مول) Acetate, mM					
روز ۳۵ d 35	43.7^{b}	48.1^{a}	45.1^{ab}	1.10	0.050
روز ۷۰ d 70	50.0^{b}	56.7^{a}	52.2^{b}	1.21	0.010
پروپیونات (میلی مول) Propionate, mM					
روز ۳۵ d 35	41.0^{a}	30.1^{c}	36.0^{b}	1.30	0.0008
روز ۷۰ d 70	40.0^{a}	33.6^{c}	37.1^{b}	0.872	0.002
بوتیرات (میلی مول) Butyrate, mM					
روز ۳۵ d 35	13.1	14.0	13.5	0.583	0.594
روز ۷۰ d 70	13.8^{b}	18.2^{a}	15.2^{ab}	1.00	0.034
نسبت استات به پروپیونات Acetate: propionate					
روز ۳۵ d 35	1.0^{c}	1.6^{a}	1.2^{b}	0.036	<0.001
روز ۷۰ d 70	1.2^{c}	1.7^{a}	1.4^{b}	0.041	<0.001

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۳]اسیدهای چرب فرار.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[3]Volatile fatty acid

به نظر می‌رسد غلظت‌های مشابه نیتـروژن آمونیـاکی بـه دلیـل مقادیر یکسان پروتئین خام در جیره‌های آزمایشی باشد.

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در جدول ۵ نشان داده شده است. در دوره پیش از شـیرگیری در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعـه، مشاهده شد که pH در تیمار لیپوژنیک نسبت به تیمار گلوگوژنیک و مخلوط بیشتر بود (P <۰/۰۵) (جدول ۵). بیشتر بودن pH در گـروه لیپوژنیک در مقایسه با گروه گلوکوژنیک و مخلـوط را مـی‌تـوان بـه بیشتر بودن فیبر جیره و پایین‌تر بودن نشاسته در این تیمار نسبت داد. غلظت کل اسـیدهای چـرب فـرار در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعـه در بـین تیمارهای آزمایشی متفاوت نبود (P >۰/۰۵). با توجه به مقادیر مولار اسیدهای چرب فرار در شکمبه، غلظت استات در گوساله‌هـای تغذیـه شده با جیره لیپوژنیک نسبت به گوساله‌هـای دریافـت کننـده جیـره گلوکوژنیک و مخلوط در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه بیشتر بود (P <۰/۰۵).

افزایش غلظـت پروپیونـات شـکمبه در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعـه در گوساله‌های دریافت کننده تیمار گلوکوژنیک نسـبت بـه لیپوژنیـک و مخلوط مشاهده شد (P <۰/۰۵). بیشـتر بـودن غلظـت پروپیونـات شکمبه در گوساله‌های گلوکوژنیک نسبت به گوساله‌های لیپوژنیک در مطالعه حاضر را می‌توان به میزان بیشتر نشاسته جیره در ایـن تیمـار نسبت داد. در روز ۷۰ آزمایش غلظت بوتیرات در گوساله‌های دریافت کننده جیره لیپوژنیک و نسبت استات به پروپیونـات در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش نسبت به گوساله‌های دریافت کننده جیره‌های گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود (P <۰/۰۵). معمولاً افزایش مصرف فیبر با افزایش تولید استات (۳۲) و بوتیرات در شکمبه در ارتباط است که در مطالعـه حاضر این ارتباط نیز در گوساله‌های لیپوژنیک مشاهده شد. بـه نظـر می‌رسد، در شکمبه گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک افزایش غلظت استات، بدون افزایش در کل اسیدهای چرب، با کاهش غلظت پروپیونات همراه بوده است. در مطالعه‌ای دیگر اثر چنـد سـطح فیبـر محلول در شوینده خنثی در جیره گوساله‌های شیری جوان بر تخمیـر شکمبه بررسی شد و تفاوتی در الگوی اسیدهای چرب فـرار مشـاهده نشد (۱۵).

در آزمایش دوم نتیجه آزمون انتخاب دوتایی مصرف خوراک‌های آغازین لیپوژنیک و گلوکوژنیک در جدول ۶ گزارش شـده اسـت. بـه طور متوسط در طول مدت زمان شش ساعت آزمون انتخاب گوساله‌ها ۶۸/۶۵ ± ۷۵۰ گرم (میانگین ± انحراف اسـتاندارد) خـوراک آغـازین لیپوژنیک و ۶۱/۵۸ ± ۲۶۴/۸ گرم خوراک گلوکوژنیک مصرف نمودند و خوراک آغازین لیپوژنیک نسبت به خوراک خوراک آغازین لیپوژنیک توسط گوساله‌ها ترجیح داده شد (P <۰/۰۵).

نتیجه آزمون انتخاب دوتایی در جـدول ۷ بـا اسـتفاده از جـدول مقایسات دوتایی خلاصه شـده اسـت. براسـاس ایـن روش مقایسـه، خوراک آغازین لیپوژنیک رتبه بـالاتری نسـبت بـه خـوراک آغـازین لیپوژنیک به خود اختصاص داد.

جدول ٦– کل ماده خشک مصرفی (میانگین ± انحراف استاندارد) و نسبت انتخاب در آزمون انتخاب بین جیره‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک در آزمایش دوم[1]

Total 6- DMI (mean ± SE) and preference ratio for pairwise preference test betwean Lipogenic and Glucogenic diets in experiment 2[1]

آزمون انتخاب Preference test		کل گرم ماده خشک مصرفی در ۶ ساعت آزمون TDMI, g/6-h test		Preference ratio[3] نسبت انتخاب[۳]	SE	P-value[4۴]
جیره الف[۲] Feed A	جیره ب[۲] Feed B	جیره الف Feed A	جیره ب Feed B			
لیپوژنیک	گلوکوژنیک	68.7±750.0	264.8±61.6	0.7387	0.06	0.001

[۱]داده‌ها میانگین مصرف ۱۹ گوساله ماده در آزمون می‌باشد.

[۲]جیره الف = جیره لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره ب = جیره گلوکوژنیک (ذرت و جو).

[۳]به صورت ماده خشک مصرفی خوراک الف تقسیم بر (ماده خشک مصرفی خوراک الف + ماده خشک مصرفی خوراک ب) محاسبه شد.

[۴]آزمون این که آیا نسبت انتخاب از عدد ۰/۵ متفاوت است.

[1]Data averaged across n = 19 female Holstein calves/test.

[2]Diet A = Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Diet B= Glugogenic starter diet (corn and barley).

[3]Calculated as DMI of mixture A/(DMI of mixture A + DMI of mixture B).

[4]Tests whether preference ratio differs from 0.5.

جدول ۷- مقایسه دوتایی برای رتبه‌بندی ترجیح بین جیره‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک[۱]

Table 7- Pairwise comparison chart for ranking of preference between Lipogenic and Glucogenic diets in experiment [1]

نوع جیره[۲] Diet type[2]	لیپوژنیک Lipogenic	گلوکوژنیک Glucogenic
لیپوژنیک Lipogenic	-1	-
گلوکوژنیک Glucogenic	-	1
جمع نمره‌های انتخاب ΣPi	-1	1

[۱]آزمون انتخاب با استفاده از آزمون t برای آزمون دوتایی به عنوان عامل معنی‌داری تعیین شد. برای هر مقایسه دوتایی که نسبت انتخاب از ۰/۵ متفاوت بود، برای خوراک ترجیح داده شده عدد یک و برای خوراک ترجیح داده نشده عدد منفی یک اختصاص یافت.

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو).

[1]Preference was determined as significant using *t*-tests for each pairwise preference. For each pairwise comparison where the preference ratio differed from 0.5, the preferred feed was assigned 1 and the nonpreferred feed was assigned −1.

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley).

خوش خوراکی جیره از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، زیرا مصرف غذای جامد در اوایل زندگی، توسعه و رشد شکمبه را تسهیل و عملکرد و کارایی در اطراف زمان از شیرگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹). گوساله‌ها هنگامی که در آزمون‌های انتخاب با انتخاب انواع مختلف خوراک در دوره‌های کوتاه مدت مواجه می‌شوند، ترجیحات نسبی متفاوتی را برای انواع مختلف خوراک از خود نشان می‌دهند، که به طور عمده احساس خوش‌خوراکی بر روی مصرف کوتاه مدت تأثیر می‌گذارد (۲۵). با این حال، دلیل این که خوش-خوراکی انواع مختلف خوراکی که در اختیار گوساله‌ها قرار داده می-شود تا چه حد ممکن است بر تغذیه بلند مدت، انتخاب و مصرف مواد مغذی گوساله های شیری تأثیر بگذارد، روشن نیست. تصور از خوش خوراکی خوراک، به عنوان نتیجه‌ای از مقدار حس خوشایند اولیه حاصل از خواص حسی خوراک و وابستگی‌های یاد گرفته شده از بازخورد پس از هضم با ویژگی‌های خوراک، به خصوص طعم و بو، در نشخوارکنندگان در نظر گرفته می شود. با توجه به این که خواص حسی خوراک ها ممکن است بر انتخاب کوتاه مدت جیره تأثیر بگذارد (۱۳)، ارتباط ویژگی‌های خوراک با بازخورد مثبت یا منفی پس از هضم می‌تواند به شدت بر ترجیح مصرف و ناسازگاری های خوراک موثر باشد (۳۳). بنابراین، تناقض‌ها در بررسی منابع در بررسی ترجیح مواد خوراکی احتمالاً به دلیل تفاوت در سن، تجربه قبلی مصرف آن خوراک توسط حیوانات و همچنین تغییر در روش ارزیابی آزمون انتخاب می‌باشد.

مطالعه‌ای که ترجیح گوساله‌ها به جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک را مورد بررسی قرار داده باشد، در دست نیست. نتیجه این مرحله از آزمایش نشان می‌دهد که گوساله‌های قطع شیر شده خواص حسی خوراک لیپوژنیک را نسبت به خوراک‌های گلوکوژنیک ترجیح می‌دهند. به نظر می‌رسد که در میان ترکیبات خوراک‌های لیپوژنیک، پوسته سویا به عنوان یک ماده خوراکی خوش‌خوراک، می‌تواند عامل موثری در تشویق مصرف این نوع خوراک آغازین باشد (۱) و از طرف دیگر ماهیت فیبری و بافت‌دار بودن این نوع خوراک می‌تواند دلیل تمایل و مصرف بیشتر جیره لیپوژنیک نسبت به جیره گلوکوژنیک باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که جیره مخلوط در مقایسه با سایر تیمارها بدون این که افزایش وزن روزانه و وزن نهایی را تحت تأثیر قرار دهد، موجب بهبود افزایش مصرف خوراک آغازین در دوره پس از قطع شیر شد. غلظت بیشتر بتا- هیدورکسی بوتیرات پلاسمای خون گوساله‌های مصرف کننده جیره لیپوژنیک می‌تواند زمینه را برای توسعه بافت شکمبه- نگاری فراهم نماید. افزایش چربی استارتر به همراه فیبر قابل تخمیر در جیره لیپوژنیک موجب تغییر الگوی

اسیدهای چرب فرار در مقایسه با جیره گلوکوژنیک شد. در آزمایش دوم، نتیجه آزمون انتخاب در گوساله‌های تازه از شیرگرفته شده نشان داد که جیره لیپوژنیک خوش‌خوراکی بیشتری نسبت به جیره گلوکوژنیک دارد که این می تواند به افزایش کوتاه مدت مصرف خوراک منتهی شود. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد جیره مخلوط لیپوژنیک و گلوکوژنیک گزینه مناسبی جهت استفاده در شرایط مزرعه‌ای باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای بلند مدت اثر تغذیه با این تیمارها در دوره شیرخوارگی بر تولید شیر در اولین تا سومین زایش بررسی شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت مالی از این پژوهش تشکر به عمل آورند. همچنین از شرکت کشاورزی و دامپروری یاسوج وابسته به بنیاد مستضعفان بخاطر فراهم نمودن امکان انجام آزمایش مزرعه‌ای قدردانی می‌شود.

منابع

1- Araujo, R. C., A. V. Pires, I. Susin, C. Q. Mendes, G. H. Rodrigues, I. U. Packer, and M. L. Eastridge. 2008. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross hay. Journal of Animal Science, 86(12):3511-3521.
2- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of dairy science, 83(7):1598-1624.
3- AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
4- Baldwin, R. L., K. R. McLeod, J. L. Klotz, and R. N. Heitmann. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post-weaning ruminant. Journal of Dairy Science, 87:55–65.
5- Beiranvand, H., G. R. Ghorbani, M. Khorvash, and M. KazemiBonchenari. 2014a. Forage and sugar in dairy calves starter diet and their interaction on performance, weaning age and rumen fermentation. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98(3):439–445.
6- Beiranvand, H., G. R. Ghorbani, M. Khorvash, A. Nabipour, M. Dehghan-Banadaky, A. Homayouni, and S. Kargar. 2014b. Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. Journal of Dairy Science, 97(4):2270–2280.
7- Beiranvand, H., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, A. Homayouni, L. Bachmann, and S. Kargar. 2014c. Evaluation of ketogenic vs. glucogenic substrates as energy sources in starter diets for Holstein dairy calves. Canadian Journal of Animal Science, 94(4):717–723.
8- Danesh Mesgaran, M., A. M. Tahmasbi, and A. R. Vakili. 2008. Digestion and Metabolism in Ruminant. Ferdowsi University of Mashhad press. 203–204 (In Persian).
9- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24(1):55–86.
10- Dym, C. L., W. H. Wood, and M. J. Scott. 2002. Rank ordering engineering designs: Pairwise comparison charts and borda counts. Research in Engineering Design, 13(4):236–242.
11- Ferreira, L. S., and C. M. Bittar. 2011. Performance and plasma metabolites of dairy calves fed starter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin. Animal, 5(2):239-245.
12- Ghasemi, E., M. Azad-Shahraki, and M. Khorvash. 2017. Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season. Journal of Dairy Science, 100(7):5319–5328.
13- Ginane, C., R. Baumont, and A. Favreau-Peigné. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. Physiology Behavior, 104(5):666–674.
14- Govil, K., D. S. Yadav, A. K. Patil, S. Nayak, R. P. S. Baghel, P. K. Yadav, C. D. Malapure, and D. Thakur. 2017. Feeding management for early rumen development in calves. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5(3):1132-1139.
15- Hill, S. R., B. A. Hopkins, S. Davidson, S. M. Bolt, D. E. Diaz, C. Brownie, T. Brown, G. B. Huntington, and L. W. Whitlow. 2009. The addition of cottonseed hulls to the starter and supplementation of live yeast or mannan

oligosaccharide in the milk for young calves. Journal of Dairy Science, 92(2):790–798.
16- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2009. Effects of changing the essential and functional fatty acid intake of dairy calves. Journal of Dairy Science, 92(2):670–676.
17- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2008. Effect of feeding different carbohydrate sources and amounts to young calves. Journal of Dairy Science, 91(8):3128–3137.
18- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, J. D. Quigley, and R. L. Schlotterbeck. 2015. Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. Journal of dairy science, 98(7):4882-4888.
19- Hu, W., T. M. Hill, T. S. Dennis, F. X. Suarez-Mena, J. D. Quigley, J. R. Knapp, and R. L. Schlotterbeck. 2018. Relationships between starch concentration of dry feed, diet digestibility, and growth of dairy calves up to 16 weeks of age. Journal of Dairy Science, 101(8):7073-7081.
20- Iwersen, M., U. Falkenberg, R. Voigtsberger, D. Forderung, and W. Heuwieser. 2009. Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows. Journal of Dairy Science, 92(6):2618–2624.
21- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K. S. Ki, S. J. Park, J. K. Ha, and Y. J. Choi. 2007. Starch Source Evaluation in Calf Starter: I. Feed Consumption, Body Weight Gain, Structural Growth, and Blood Metabolites in Holstein Calves. Journal of Dairy Science, 90(11):5259–5268.
22- Khan, M. A., D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2011. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. Journal of Dairy Science, 94(7):3547–3553.
23- Kosiorowska, A., L. Puggaard, M. S. Hedemann, J. Sehested, J. S. K. Jensen, N. B. Kristensen, P. Kuropka, K. Marycz, and M. Vestergaard. 2011. Gastrointestinal development of dairy calves fed low- or high-starch concentrate at two milk allowances. Animal, 5(2):211–219.
24- Kuehn, C. S., D. E. Otterby, J. G. Linn, W. G. Olson, H. Chester-Jones, G. D. Marx, and J. A. Barmore. 1994. The effect of dietary energy concentration on calf performance. Journal of Dairy Science, 77(9):2621-2629.
25- Montoro, C., F. Boe, I. R. Ipharraguerre, and A. Bach. 2012. Development of a method to evaluate oro-sensory preferences in weaned calves. Livestock Science, 150(1-3):374–380.
26- Montoro, C., and A. Bach. 2012. Voluntary selection of starter feed ingredients offered separately to nursing calves. Livestock science, 149(1-2):62-69.
27- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
28- Palmquist, D. L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. Journal of Nutrition, 124(8Suppl):1377-1382.
29- Robertson, J. B., and P. J. Van Soest. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: W. P. T. James, and O. Theander (Eds.), The Analysis of Dietary Fibre in Food. Chapter 9, Marcel Dekker, New York, USA, PP. 123–158.
30- Terré, M., E. Pedrals, A. Dalmau, and A. Bach. 2013. What do preweaned and weaned calves need in the diet: A high fiber content or a forage source? Journal of dairy science, 96(8):5217-25.
31- Thomas, D. B., and C. E. Hinks. 1982. The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. Animal Production, 35(3):375–384.
32- Vakili, A. R., A. Mortezaee, and M. Danesh Mesgaran. 2014. Effect of dietary energy source on ruminal fermentation, venous blood gases and various blood metabolites of Baluchi sheep. Annual Research and Review in Biology, 4(2):451–459.
33- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10):3583–3597.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 449-465

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۶۵-۴۴۹

Evaluation of Feeding Glucogenic, Lipogenic and their Mixture Diets on Performance, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites and Preferences in Holstein Suckling Calves

Saeed Seidali Doolatabad[1], Mohsen Sari*[2] and Gholam Reza Ghorbani[3]
Submitted: 04-08-2019
Accepted: 28-01-2020

Introduction Ingestion of solid feed is necessary to stimulate rumen development in the young calf and facilitate the transition from a pre-ruminant to a functioning ruminant. Lipogenic nutrients in ruminants originate from fermentation of fiber to acetate and butyrate, dietary fat or are derived from body reserves. Glucogenic nutrients originate from starch that has escaped rumen degradation or gluconeogenesis. The use of low-starch starters is prevalent in dairy calf industry worldwide. These starters differ greatly in their composition of both fiber and fat. The NRC (2001) suggested that adequate digestible fiber should be included in starter diets but limited data exist to substantiate this statement. Digestible fiber sources such as sugar beet pulp, soybean hulls, and wheat bran have a lower ME value than corn and barley grains which are starch rich. A meta-analysis of 6 studies showed positive linear relationships between starch concentration of starter feed with ADG. However meta-regression analysis indicated that growth responses to starch concentration were influenced by ME concentration in dry feed fed to the calves. One possible way to enhance energy intake is to increase the energy density of the diet with fat. Convenient starter diets are typically low in fat. Most previous studies have either compared high-starch to high-fiber starter diets or investigated effects of fat supplementation on rumen environment and growth performance whereas our interest is in growth responses to diets differing in starch, NDF, and fat in calves. We hypothesize that a low-starch starter feed in which starch is substituted by fiber and fat will support growth performance similar to a traditional high-starch starter concentrate and high-fiber, high-fat diet might also improve ruminal environment in calves. We also hypothesized that preference for certain type of starter would become apparent, providing an indication of which type of energy sources may be considered more palatable for calves and therefore recommended to formulate starter feed mixture. The objectives of our study was to investigate the effects of lipogenic starter (low-starch with high-fiber and high-fat content) in comparison with a glucogenic (high-starch) or mixture of glucogenic and lipogenic starters on growth performance, ruminal fermentation, as well as blood metabolites of dairy calves during the first 70 d of life.

Materials and Methods In first experiment, thirty Holstein female calves (4 d of age; 41.0 ± 4.0 kg of BW), randomly assigned by BW to one of the three dietary treatments. Treatments consisted of (1) a high starch starter feed containing corn and barley grain (glucogenic); (2) a high fiber and fat starter feed containing soybean hulls, corn germ meal, sugar beet pulp, wheat bran, full fat soybean, and vegetable oil (lipogenic); and (3) a starter feed containing mixture of diets 1 and 2 (MIX). Starter intakes were measured daily and all the calves were weighed at birth and subsequently every 7 d until the end of the experiment. Feed efficiency was calculated as the weight gain to feed intake ratio (kg/kg). In addition, the structural growth indices were measured on d 4, at weaning and at the end of the study. Blood samples from each calf were collected at 35 and 70 d to determine glucose, BUN, and β-hydroxybutyrate. Ruminal fluid was obtained 2 h after offering the morning feed at 35 and 70 d to determine the rumen pH and concentration of volatile fatty acids. Data were analyzed as a completely randomized design using a repeated-measures mixed model (PROC MIXED) of SAS software. In second experiment, 20 Holstein female calves fed a standard ration until 70 days of age. Three days after weaning, each calf was involved in a pairwise preference test between glucogenic and lipogenic diets. For each calf in each

1. PhD Student of Animal Science, Animal Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.
2. Associate Professor, Animal Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.
3. Animal Science Department, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: m.sari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82328

pairwise preference test, preference ratio was calculated as the consumption of one feed as a percentage of the consumption of both feeds in the test. Preference ratios were compared for a difference from 0.5 (lack of preference) using t-tests. The feed type was assigned +1 if it was preferred, −1 if it was not preferred, and 0 if the preference ratio in a pairwise preference test did not differ from 0.5. Total preference scores were used as an indicator of overall preference rank of individual feed type.

Results and Discussion Results of the first experiment showed that dry matter intake was higher in the MIX diet group in the post weaning period than the other groups and a tendency to increase dry matter intake was observed throughout the study period. Average daily gain, feed efficiency, body weight, and skeletal growth were not different between treatments. Blood glucose (day 35 and 70) and plasma β-hydroxybutyric acid concentration (day 70) were higher in calves fed the glucogenic and lipogenic diet, respectively, compared to the other treatments. Rumen fluid pH and acetate concentration in calves fed the lipogenic diet were higher than those fed the glucogenic and MIX diets. The second experiment showed that calves preferred the lipogenic diet over the glucogenic diet.

Conclusion The results from this study showed that providing MIX diet rather than glucogenic and lipogenic diets increased post weaning intakes of starter without improving ADG and final BW. The results of the preference test clearly indicate that lipogenic diet is a highly palatable feed for recently weaned dairy calves, whereas glucogenic diet is less preferred. Given the positive trend observed in MIX feed diet, this diet seems to be recommendable for farm application. Whether the effects of energy source in early life could have long-term consequences on growth and milk yield are not known and warrant further research.

Key words: Energy sources, Growth performance, Starch concentration, Starter feed.